

## การลดอุณหภูมิเย็บปล้น

### Pre-cooling

รศ.นิพนธ์ ไชยมงคล

ตลาดต้องการผักที่สด สะอาด มีคุณภาพสูงและสามารถเก็บรักษาได้นาน คุณภาพของผักผักขึ้นอยู่กับระยะเวลาเก็บเกี่ยว หลังเก็บเกี่ยวคุณภาพจะไม่ได้ดีขึ้น นอกจากจะรักษาให้คงสภาพให้ได้ยาวนานที่สุด การเก็บเกี่ยวในระยะเวลาที่เหมาะสม จะเก็บรักษาได้นาน แต่การเก็บเกี่ยวที่อ่อนหรือแก่เกินไปทำให้อายุการเก็บรักษาสั้น

ผักผักเป็นสิ่งมีชีวิต ขบวนการที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิต เช่น การใช้พลังงาน น้ำ จะดำเนินต่อไปหลังการเก็บเกี่ยว โดยเฉพาะอย่างยิ่งผักผักเป็นผักที่เน่าเสียง่าย เนื่องจากเป็นผักอวบน้ำ โดยประกอบด้วยน้ำถึงร้อยละ 80-95 ในระหว่างการเก็บเกี่ยว ผักจะสะสมความร้อนที่ได้รับในแปลงปลูก เรียกความร้อนแฝง (*field heat*) ซึ่งจะทำให้ผักมีอัตราการคายน้ำและการหายใจสูง ทำให้สูญเสียน้ำ เหี่ยวและเน่าเร็ว จำเป็นต้องลดอุณหภูมิหรือกำจัดความร้อนแฝง (pre-cooling) ในผักอย่างรวดเร็ว ก่อนเก็บรักษาและขนส่ง เพื่อชะลออัตราการคายน้ำ ชี้อายุของผลิตผล

### น้ำและความชื้นสัมพัทธ์

ผักประกอบด้วยน้ำร้อยละ 80-90 น้ำทำให้ผักมีความสด และตลาดต้องการผลิตผลที่สด การสูญเสียน้ำทำให้ผักเหี่ยวคุณภาพต่ำ ไม่สามารถขายได้

การสูญเสียน้ำทำให้ผลิตผลเหี่ยว ไม่สามารถขายได้ นอกจากนี้จะทำให้น้ำหนักผลิตผลลดลงทำให้รายได้ลดลง

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสูญเสียน้ำของผักคือ ความชื้นในอากาศหรือความชื้นสัมพัทธ์ ตลอดจนความเร็วของลม ผักจะมีอัตราการสูญเสียน้ำสูงในอุณหภูมิสูง ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำและกระแสลมแรง

การรักษาระดับความชื้นสัมพัทธ์ให้สูงในห้องเย็นก่อนข้างยาก เนื่องจากเครื่องทำความเย็นจะจำกัดความชื้น อาจจะใช้น้ำราดพื้นห้อง เพื่อเพิ่มความชื้น แต่อาจจะแพร่กระจายเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคเน่า อาจจะใช้คลอรีนความเข้มข้นต่ำช่วยทำความสะอาดพื้นห้อง

### การหายใจและความร้อน

กระบวนการหายใจเป็นขบวนการใช้อาหารสำรอง โดยเปลี่ยนอาหารสำรองเป็นพลังงาน ทำให้ผลิตผลขาดคุณค่าทางอาหาร รสชาติเปลี่ยนแปลง น้ำหนักลดลง และเซลล์เสื่อมเร็ว อัตราการหายใจจะขึ้นอยู่กับ

อุณหภูมิ เมื่อมีอุณหภูมิสูงอัตราการหายใจจะสูง การลดอุณหภูมิเฉียบพลันและเก็บรักษาในอุณหภูมิที่เหมาะสม จะช่วยลดอัตราการหายใจได้

### วัตถุประสงค์ของการกำจัดความร้อนแฝง

- จำกัดการทำงานของน้ำย่อยที่ทำให้เซลล์เสื่อม และลดอัตราการหายใจ ซึ่งเป็นสาเหตุให้ผลิตผล นิ่ม และ
- จำกัดการคายน้ำ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ผลิตผลเหี่ยว
- ลดหรือจำกัดการทำงานของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุให้ผลิตผลเน่าเสีย
- จำกัดการสร้างเอทิลีน ซึ่งเร่งความแก่ของเนื้อเยื่อพืช และลดการตอบสนองต่อเอทิลีนของพืช

การเลือกวิธีการกำจัดความร้อนแฝงอย่างรวดเร็ว และเหมาะสม จะช่วยขยายระยะเวลาการตลาด โดยรักษาคุณภาพผลิตผลเป็นเวลานานกว่าปกติ ทั้งระหว่างรอการขนส่งสู่ตลาดและระยะที่วางขายในตลาด

### ปัจจัยในการเลือกวิธีการกำจัดความร้อนแฝง

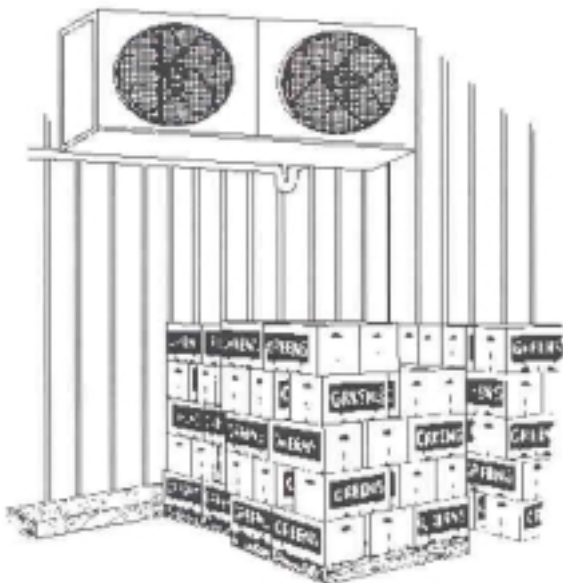
1. ชนิดของพืช พืชผักแต่ละชนิด ต้องการอุณหภูมิที่ใช้กำจัดความร้อนแฝงจากผลิตผลแตกต่างกัน เช่น สตรอเบอร์รี่ และบลูเบอร์รี่ ต้องการอุณหภูมิใกล้เคียงกับจุดเยือกแข็ง ขณะที่ชุกินีและมะเขือเทศ จะเป็นอันตรายในอุณหภูมิดังกล่าว ในบางพืชที่ไม่ต้องการความชื้นสูง เนื่องจากน้ำเสียน้ำง่าย ไม่สามารถใช้วิธี *hydrocooling* หรือ *icing* ได้
2. ภาชนะบรรจุ รูปแบบของภาชนะบรรจุ จะมีอิทธิพลต่ออัตราการลดอุณหภูมิของผลิตผล ดังนั้นจำเป็นต้องเลือกวิธีการที่เหมาะสม
3. ปริมาณผลิตผล ที่จะต้องลดอุณหภูมิ ต่อฤดู ต่อเดือน ต่อวัน ต่อชั่วโมง ในกรณีที่มีปริมาณมาก ควรใช้วิธีการกำจัดอย่างรวดเร็ว
4. ด้านเศรษฐกิจ มูลค่าและค่าบำรุงรักษาของเครื่องกำจัดความร้อนแฝงแต่ละชนิด จะแตกต่างกัน ควรศึกษาต้นทุนการผลิตและมูลค่าการตลาด ตลอดจนผลตอบแทน เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจลงทุน

### วิธีการกำจัดความร้อนแฝง

วิธีการกำจัดความร้อนแฝงมีหลายวิธี ทุกวิธีจะใช้หลักการคือ ลดอุณหภูมิในผลิตผล โดยใช้สื่อ เช่น น้ำเย็น น้ำแข็ง และอากาศ เวลาที่ใช้ประมาณ 30 นาที ถึง 24 ชั่วโมง

อัตราการเร็วในการลดอุณหภูมิในผลิตผลขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ คือ

- อุณหภูมิของผลิตผลในขณะเก็บเกี่ยว
- ชนิดของพืช อัตราการหายใจ อุณหภูมิของผลิตผลที่ต้องการ
- ความสามารถในการถ่ายเทความร้อน ปริมาณของผลิตผล
- ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างผลิตผลและสื่อ
- ความสามารถในการรับความร้อนของสื่อ



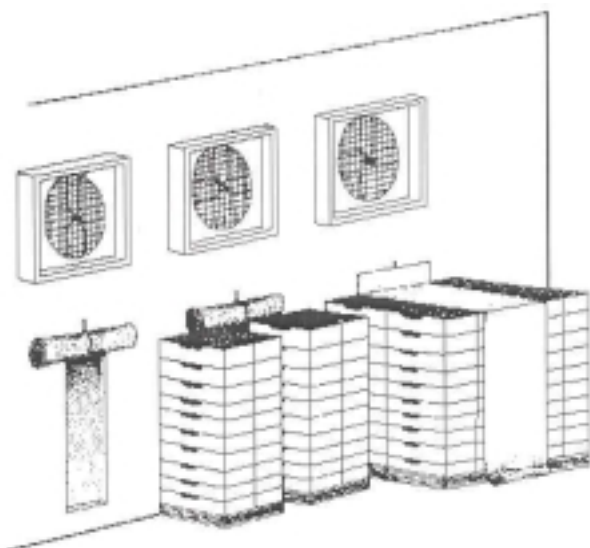
### ระบบการกำจัดความร้อนแฝง

**Room Cooling** ระบบห้องเย็น สามารถใช้กับพืชผักส่วนใหญ่ แต่ไม่เหมาะสำหรับผลิตผลที่ต้องการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว นิยมใช้เก็บรักษาผลิตผลหลังการลดอุณหภูมิ อัตราการลดของอุณหภูมิจะขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่องปรับอากาศ และขนาดของพัคลมที่ใช้หมุนเวียน ถ่ายเทอากาศผ่านผลิตผล

**Forced air cooled** ระบบนี้จะใช้เครื่องปรับอากาศให้มีอุณหภูมิต่ำ (*refrigerated air*) และ

ความชื้นสัมพัทธ์สูง และติดตั้งพัคลม เพื่อการหมุนเวียนและถ่ายเทอากาศผ่านผลิตผล ระยะเวลาที่ใช้ลดอุณหภูมิขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของอากาศ และความเร็วของลมที่ผ่านผลิตผลในภาชนะบรรจุ ระบบนี้จะลดอุณหภูมิได้เร็วกว่าระบบห้องเย็น 75-90 % ประสิทธิภาพของการใช้พลังงานประมาณ 70-80 %

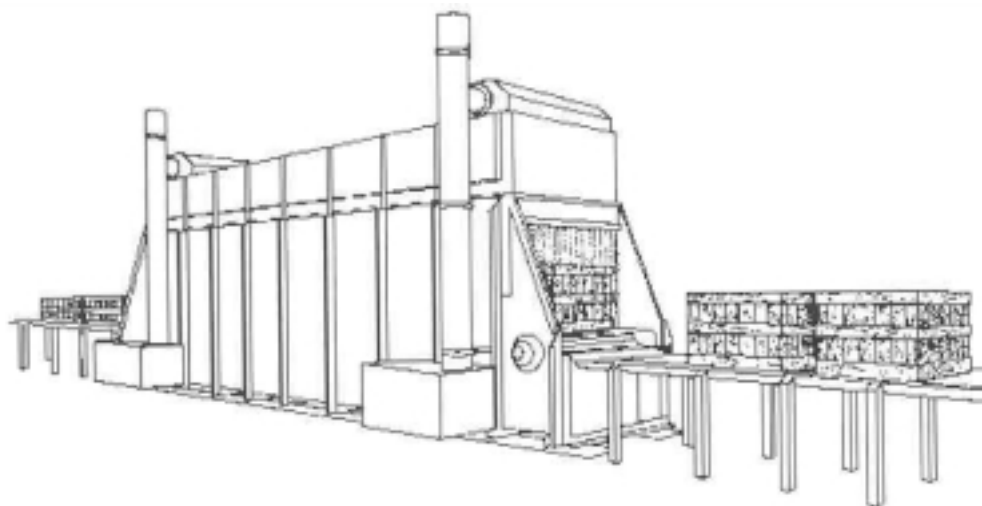
เมื่อติดตั้งพัคลม จำเป็นต้อง เพิ่มขนาดของเครื่องปรับอากาศ นอกจากนี้ควรติดตั้ง ระบบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ (*thermostat*) เพื่อให้พัคลม



หยุดทำงาน เมื่ออุณหภูมิในผลิตผลลดลงตามที่กำหนด  
เพื่อประหยัดพลังงานและป้องกันการสูญเสียของผลิตผล

สามารถประยุกต์ใช้ในห้องเก็บรักษา รถห้องเย็น หรือในอุโมงค์โดยมีสายพานลำเลียงผักผ่าน

**Hydrocooled:** ผลิตผลบางชนิดจะต้องการความชื้นสูง และทนทานต่อการนำเสียจากเชื้อจุลินทรีย์ โดยใช้น้ำเย็นจัดไหลผ่านผลิตผลอย่างรวดเร็ว หรือให้ผลิตผลผ่านตามสายพานและผ่านน้ำเย็นที่พ่นออกมา ซึ่งเป็นวิธีที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพสูง แต่อุณหภูมิของน้ำจะต้องต่ำพอเพียงที่จะถ่ายเท



ความร้อนจากผลิตผล และค่อนข้างใช้เวลานาน การใช้ระบบน้ำหมุนเวียน จะทำความสะอาดผลิตผลและกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคเน่าในที่เก็บรักษา ประสิทธิภาพของการใช้พลังงานประมาณ 20-40 %

พืชที่เหมาะสมสำหรับการลดความชื้นโดยน้ำเย็น คือ หน่อไม้ฝรั่ง ข้าวโพดหวาน ซีเลอรี่ ขึ้นช่าย แครอท แรดิช ปวยเล้ง เป็นต้น

**Topor liquid icing:** การใช้น้ำแข็งเกล็ดใส่ด้านบนของผลิตผลในภาชนะบรรจุ หรือฉีดพ่นน้ำเย็นจัด เป็นวิธีการหนึ่งที่ค่อนข้างมีประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิพืชผักที่มีขนาดของใบสูงกว่าปริมาตร ช่วยลดอุณหภูมิในผลิตผลและป้องกันความร้อนที่เกิดจากการหายใจ



Icing ใช้กำจัดความร้อนแฝงในผลิตผลที่บรรจุแน่น ในภาชนะ ที่ไม่สามารถลดอุณหภูมิ โดย Forced air cooled นอกจากนี้จะเหมาะสำหรับผลิตผลที่มีการหายใจสูง เช่น ข้าวโพดหวาน ผักกาดหอม ปวยเล้ง เป็นต้น

น้ำแข็ง 1 ปอนด์ สามารถลดอุณหภูมิในผลิตผลน้ำหนัก 3 ปอนด์ จาก 29.4° ซ เหลือ 4.4° ซ

***Vacuumcooling***: การลดอุณหภูมิผลิตผลในสูญญากาศ เริ่มพัฒนาและนำมาใช้ในปี 1948 นิยมใช้มากในผักกาดหอม ผักกาดหอมห่อ ซีเลอรี่ กะหล่ำดอก และข้าวโพดหวาน ซึ่งไม่สามารถลดอุณหภูมิผลิตผลโดย forced air cooled หรือ hydrocooled

บรรจุผลิตผลในภาชนะบรรจุ และนำเข้ลดอุณหภูมิในห้องหรือท่อโลหะขนาดใหญ่ ที่ดูดอากาศออกจากห้องหรือท่อ ความดันของอากาศจะลดลงประมาณ 4.6 มม.ของ สารปรอท ซึ่งในความดันระดับนี้น้ำจะมีจุดเดือดที่ 0 °ซ

ในระหว่างการลดอุณหภูมิ พืชผักใบจะสูญเสียน้ำร้อยละ 1.5-4.7 หรือประมาณร้อยละ 1 ต่ออุณหภูมิที่ลดลง 12.2 °ซ วิธีนี้จะทำให้น้ำระเหยจากผลผลิตอย่างรวดเร็ว ผลิตผลอาจจะเหี่ยว เนื่องจากสูญเสียน้ำมาก ถ้าหากใช้เวลานานเกินไป ดังนั้นก่อนนำผลิตผลเข้ลดอุณหภูมิจะต้องใช้น้ำเย็นฉีดพ่นให้ใบเปียก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ข้าวโพดหวาน อัตราการลดของอุณหภูมิในผลิตผลขึ้นอยู่กับอัตราการสูญเสียน้ำของพืช หลังจากลดอุณหภูมิจำเป็นต้องเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำและขนส่งโดยรถห้องเย็น

***Evaporative cooling*** เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพและใช้ต้นทุนต่ำ โดยการใช้อากาศที่มีอุณหภูมิและความชื้นต่ำ ผ่านผลิตผลที่มีความชื้นสูง โดยการพ่นหมอกให้ผลิตผลมีความชื้นและใช้อากาศที่มีอุณหภูมิและความชื้นต่ำเป่าผ่าน นิยมใช้ในพื้นที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 65 % สามารถลดอุณหภูมิได้ 9.4-12.2 °ซ

การผลิตเพื่อการค้าในต่างประเทศจะนิยมเก็บเกี่ยวก่อนที่จะมีแสงสว่าง เพื่อให้ผลิตผลมีอุณหภูมิต่ำ ซึ่งจะประหยัดเวลาและพลังงาน

### ***พืชและวิธีการกำจัดความร้อนแฝง***

Commodity	Suitable Cooling Method(s)					
	Vacuum cooling	Room cooling	Forced air cooling	Hydro cooling	Top/liquid icing	Evaporative cooling
Asparagus				☆	☆	
Beans/Snap	☆	☆	☆	☆		
Silver Beets		☆				
Broccoli				☆	☆	
Cabbage		☆	☆			
Cantaloupe				☆	☆	
Carrot			☆	☆		
Celery	☆			☆	☆	
Commodity	Suitable Cooling Method(s)					

	Vacuum cooling	Room cooling	Forced air cooling	Hydro cooling	Top/liquid icing	Evaporative cooling
Cucumbers			☆	☆		
Egg plant		☆	☆			
Green Onions				☆	☆	
Leafy Greens				☆	☆	
Lettuce	☆		☆			
Okra		☆	☆			
Parsley					☆	
Peas			☆	☆		
Peppers			☆	☆		
Potatoes		☆	☆			
Radicchio	☆					
Rhubarb			☆	☆		
Squash		☆	☆			
Spinach	☆			☆	☆	
Strawberries		☆	☆			
Sweetcorn		☆	☆			
Sweetpotatoes		☆				
Tomatoes		☆	☆			
Turnips		☆				

ชนิดพืช	ระบบการกำจัดความร้อนแฝง
ผักกาดหอมห่อ	Vacuum cooling อุณหภูมิ 1 ถึง +/-1 °ซ หรือ Forced air cooled อุณหภูมิที่ต้องการ 4.5 °ซ
ผักกาดหอม	Hydrocooled ใช้อุณหภูมิ 0 °ซ อุณหภูมิที่ต้องการ -0.5 ถึง 5.0 ใช้พัดลมเป่าหรือใช้ตระแกรงหมุนเหวี่ยงให้แห้ง

	ใสน้ำแข็งเกล็ดในภาชนะบรรจุ
ถั่วแขก	Hydrocooled ใช้อุณหภูมิ 0 ° ซ อุณหภูมิที่ต้องการ 4.4-6.1 ° ซ อาจจะ Refrigerated forced air cooled หรือ Vacuum cooling
ปวยเล้ง	ใสน้ำแข็งเกล็ดด้านบนในภาชนะบรรจุ อุณหภูมิที่ต้องการ -0.5 ถึง 5.0 อาจจะใช้ Hydrocooled หรือ Vacuum cooling บรรจุในถุงพลาสติก ประกอบด้วย CO <sub>2</sub> 10-40 % O <sub>2</sub> 10%
ถั่วลันเตา	Refrigerated forced air cooled ใช้อุณหภูมิ 0 ° ซ 90-95 % RH อุณหภูมิที่ต้องการ 1.1 ° ซ Hydrocooled อุณหภูมิ -1.1 ถึง +1.1 ° ซ เป็นเวลา 12 นาที สำหรับตลาด ในท้องถิ่น บรรจุในถุงพลาสติก ประกอบด้วย CO <sub>2</sub> 5-7 % ใสน้ำแข็งเกล็ดในภาชนะบรรจุ
ข้าวโพดหวาน	Vacuum cooling ก่อนลดอุณหภูมิควรพ่นน้ำให้เปียก และหลังจากนั้น ใสน้ำแข็งเกล็ดในภาชนะบรรจุ ลดอุณหภูมิจาก 29.4 ° ซ เหลือ 4.4 ° ซ หรือใช้ Hydrocooled อุณหภูมิ 0 ° ซ ลดลงเหลือ 3.3 ° ซ
ซีเลอรี่	Hydrocooled ใช้อุณหภูมิ 0 ° ซ อุณหภูมิที่ต้องการ -0.5 ถึง 5.0 ° ซ Vacuum cooling เหมาะสำหรับการขนส่งตลาดที่ห่างไกล หรืออาจจะใช้ Refrigerated forced air cooling การขนส่งใสน้ำแข็งเกล็ด ในภาชนะบรรจุ บรรจุในถุงพลาสติก ประกอบด้วย CO <sub>2</sub> 5 % O <sub>2</sub> 3%
พาร์สเลย์	Crushed ice อุณหภูมิที่ต้องการ -0.5 ถึง 5.0 ° ซ บรรจุในถุงพลาสติก ประกอบด้วย CO <sub>2</sub> 11 % O <sub>2</sub> 10%
แครอท	Hydrocooled หรือ Refrigerated forced air cooling อุณหภูมิที่ต้องการ -0.5 ถึง 5.0 ° ซ
บล็อกโคลี่	Hydrocooled หรือ Crushed ice อุณหภูมิ 0 ถึง 2 ° ซ ลดอุณหภูมิให้เหลือ -0.5 ถึง 5.0 ° ซ บรรจุในถุงพลาสติก ประกอบด้วย CO <sub>2</sub> 10 % O <sub>2</sub> 1%
ราดิชิโอ	Vacuum cooling อุณหภูมิ 1.1 ° ซ
รูบาร์บ	Hydrocooled หรือ Refrigerated forced air cooling

	อุณหภูมิที่ต้องการ $-0.5$ ถึง $5.0$ °ซ
วอเตอร์เครส	Icing อุณหภูมิที่ต้องการ $-0.5$ ถึง $5.0$ °ซ
วิทลูฟ ชิโครี่	อุณหภูมิที่ต้องการ $-0.5$ ถึง $5.0$ °ซ บรรจุในถุงพลาสติก ประกอบด้วย $CO_2$ 4-5 % $O_2$ 3-4 %

Crops	Optimum Product Temperature(° C)	Air Delivery Control (° C)	Return Air Control (° C)	Acceptable Product Temperature at loading in to container(° C)
Artichokes	0.0-1.0	-0.5-0.5	0.5-1.5	-0.5-5.0
Broccoli	0.0-1.0	0.0-1.0	1.0-2.0	-0.5 – 5.0
Carrot	0.0-1.0	-0.5-0.5	0.5-1.5	-0.5-5.0
Celery	0.0-1.0	0.0-1.0	1.0-2.0	-0.5-5.0
Chicory	0.0-1.0	0.0-1.0	1.0-2.0	-0.5-5.0
Melon	2.0-5.0	2.0-3.0	3.0-4.0	1.5-7.0
Cucumber	10.0-13.0	10.0-11.0	11.0-12.0	9.5-15.0
Pea	0.0-1.0	0.0-1.0	1.0-2.0	-0.5-5.0
Bean	4.0-7.0	4.0-5.0	5.0-6.0	3.5-9.0
Watercress	0.0-1.5	0.0-1.0	1.0-2.0	-0.5-5.0

***Ventilation(Air exchange)Setting for***

Crops	Fresh Air Exchange	6 m Containers	12 m Containers
Artichokes	50%/h	15 m <sup>3</sup> /h = 10 cfm	30 m <sup>3</sup> /h = 20 cfm
Broccoli	200%/hour	60 m <sup>3</sup> /h = 35 cfm	120 m <sup>3</sup> /h = 70 cfm
Carrot	25%/h	10 m <sup>3</sup> /h = 5 cfm	15 m <sup>3</sup> /h = 10 cfm
Celery	200%/h	60 m <sup>3</sup> /h = 35 cfm	120 m <sup>3</sup> /h = 70 cfm
Chicory	200%/h	60 m <sup>3</sup> /h = 35 cfm	120 m <sup>3</sup> /h = 70 cfm
Melon	100%/h	30 m <sup>3</sup> /h = 20 cfm	60 m <sup>3</sup> /h = 35 cfm

Cucumber	100%/h	30 m <sup>3</sup> /h = 20 cfm	60 m <sup>3</sup> /h = 35 cfm
Pea	50%/h	15 m <sup>3</sup> /h = 10 cfm	30 m <sup>3</sup> /h = 20 cfm
Bean	100%/h	30 m <sup>3</sup> /h = 20 cfm	60 m <sup>3</sup> /h = 35 cfm
Watercress	100%/h	30 m <sup>3</sup> /h = 20 cfm	60 m <sup>3</sup> /h = 35 cfm

Crops	Respiration (Watts/tonne) <sup>@</sup>						Specific heat (kJ/kg/°C)
	0° C	5° C	10° C	15° C	20° C	25° C	
Artichokes	44-132	76-176	161-288	223-426	397-685	426-882	3.64
Broccoli	50-55	90-430	237-443	460-900	740-900	1480- 3500	3.85
Carrot	29-59	38-76	59-124	76-159	135-279	-	3.78
Celery	21	32	58-81	110	170	-	3.98
Chicory	100-145	176-217	248-290	331-383	496-569	-	4.02
Melon	15-18	26-30	41-47	100-114	132-192	185-212	3.92
Cucumber	19-20	24-34	51-61	95-122	153-176	-	4.06
Pea	90-139	163-265	275-433	490-714	745- 1000	1018- 1118	3.33
Bean	51-71	105-122	163-207	265-414	379-580	568	3.82
Watercress	45	134	270-359	404-582	896- 1033	1033- 1300	3.96

<sup>@</sup> 1 Watt/tonne = 20.4 kCal/tonne/day = 82.1 Btu/ton/day = 73.3 Btu/2000lbs/day  
= 0.167 mls/CO<sub>2</sub>/kg/hour

### การเก็บรักษาพืชผัก

พืช	อุณหภูมิที่เหมาะสม (°C)	จุดเยือกแข็ง (°C)	%RH	ระยะเวลาการเก็บรักษา
ผักกาดหอมห่อ	0	-0.6	98-100	21-28d
หน่อไม้ฝรั่ง	2.2	-0.6	95-100	2-3 wk
ถั่วแขก	4.4-7.2	-0.6	95	7-10d

บล็อกโครี	0	-0.6	95-100	2 wk
กะหล่ำปลี	0	-1.1	98-100	1-6 m
แคนตาลูป	0-4.4	-1.1	95	2wk
แตงกวา	7.-10.0	-0.6	95	2wk
มะเขือ	7.8-12.2	-0.6	90-95	1wk
หอมดั้น	0	-1.1	95-100	3-4wk
ฟืชใบ	0-1.0	-1.1	95-100	1-2wk
ปวงเหล้ง	0		95-100	
กระเจี๊ยบ	7.2-10.0	-0.6	95	2wk
ถั่วลันเตา	0	-0.6	95-98	1-2wk
พริกหวาน	7.2-10.0	-0.6	90-95	2-3wk
ชุกินี	7.2-10.0	-0.6	95	1-2wk
สตรอเบอรี่	0	-0.6	90-95	5-7d
ข้าวโพดหวาน	0	-0.6	95-98	5-8d
มะเขือเทศ	7.2-10.0	-0.6	90-95	1 wk
แครอท	0	-1.4	95-100	120-180d
ซีเลอรี่	0-1.0	-0.5	90-100	30-90 d
วอเตอร์เครส	0-1.5	-0.3	95-100	14-21d
ชิโครี	0-1.0	-0.5	90-100	30-90d
มันเทศ	12.8	-0.6	90	6-12m
วอเตอร์เครส	0-1.5	-0.3	95-100	14-21d
มันฝรั่ง	3.3-4.4	-0.6	90-95	5-8m

***Control Atmosphere (CA) or Modified Atmosphere (MA) Condition***

<b>Crops</b>	<b>Oxygen(%)</b>	<b>Carbon Dioxide (%)</b>	<b>Temperature (°C)</b>	<b>Storage Time (days)+</b>
Asparagus	<b>2-3</b>	<b>2-3</b>	<b>0</b>	
Bean	<b>2-3</b>	<b>3-7</b>	<b>8</b>	<b>7</b>
Broccoli	<b>1-3</b>	<b>5-15</b>	<b>1.0</b>	<b>21</b>
<b>Brussels Sprouts</b>	<b>2-3</b>	<b>3-6</b>	<b>0</b>	

<b>Cauliflower</b>	<b>2-3</b>	<b>3-4</b>	<b>0</b>	
<b>Celery</b>	<b>1-4</b>	<b>3-5</b>	<b>1.0</b>	<b>14</b>
<b>Chicory</b>	<b>3-4</b>	<b>4-5</b>	<b>3.0</b>	<b>14</b>
<b>Cantaloupe</b>	<b>3-5</b>	<b>10-20</b>	<b>5.0</b>	<b>14</b>
<b>Carrot</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Chinese Cabbage</b>	<b>1-2</b>	<b>0-5</b>	<b>0</b>	
<b>Cucumber</b>	<b>3-5</b>	<b>0-5</b>	<b>12</b>	<b>7</b>
<b>Globe Artichoke, Cardoon</b>	<b>2-3</b>	<b>2-3</b>	<b>1.0</b>	<b>2-3</b>
<b>Herbs</b>	<b>5-10</b>	<b>4-6</b>	<b>1.0</b>	
<b>Leeks</b>	<b>0</b>	<b>1-2</b>	<b>2-5</b>	
<b>Lettuce</b>	<b>1-3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
<b>Lettuce,Cut</b>	<b>1-5</b>	<b>5-20</b>	<b>0</b>	
<b>Muskrooms</b>	<b>3-21</b>	<b>5-15</b>	<b>0</b>	
<b>Onion</b>	<b>1-2</b>	<b>0-10</b>	<b>0</b>	
<b>Onion, bunching</b>	<b>2-3</b>	<b>0-5</b>	<b>0</b>	
<b>Parsley</b>	<b>8-10</b>	<b>8-10</b>	<b>0</b>	
<b>Pepper</b>	<b>2-5</b>	<b>2-5</b>	<b>8</b>	
<b>Snow Pea</b>	<b>-</b>	<b>5-7</b>	<b>0</b>	<b>7</b>
<b>Spinach</b>	<b>7-10</b>	<b>5-10</b>	<b>0</b>	
<b>Sweet Corn</b>	<b>2-4</b>	<b>5-10</b>	<b>0</b>	
<b>Tomato</b>	<b>3-5</b>	<b>3-5</b>	<b>10</b>	
<b>Water Cress</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

## Other Properties

<b>Crops</b>	<b>Ethylene Production</b>	<b>Ethylene Sensitivity</b>	<b>Odour Effects</b>	<b>Water Loss Rate(%/wk)</b>	<b>Compatibility with Ice</b>	<b>Bruising Susceptibi- lity</b>
Bean	Low	Moderate	-	High(6.0)	No	Very High

Broccoli	Very low	-	-	High	Yes	High
Carrot	Very low	High	Yes	Moderate (1.3)	Yes	-
Celery	Very low	High	Yes	Moderate (1.9)	Yes	High
Cantaloupe	High	Moderate	-	High	Yes	Very High
Chicory	Very low	High	-	-	-	Very High
Cucumber	Low	High	-	High(3.6)	No	-
Globe Artichoke	Very low	-	-	Moderate	Yes	Low
Snow Pea	Very low	Moderate	-	Moderate (3.2)	Yes	-
Water Cress	Very low	High	-	High	Yes	-

### เอกสารอ้างอิง

Fruit&Vegetables Storage and Transport Database V1.0: <http://www.postharvest.com.au/>: Sydney

Postharvest Laboratory.

Introduction to Proper Postharvest Cooling and Handling Methods: <http://www.bae.ncsu.edu/programs/extension/publicat/postharv/ag-414-1/index.html>

Postharvest Handling System: Flower,Leafy,and Stem Vegetables: <http://www.vric.ucdavid.edu/selectnewtopic.leaf.htm>

Postharvest Handling and Cooling of Fresh Fruits, Vegetables, and Flowers for Small Farms.

Part I Quality Maintenance. <http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/hil/hil-800.html>

Postharvest Handling and Cooling of Fresh Fruits, Vegetables, and Flowers for Small Farms.

Part II Cooling. <http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/hil/hil-801.html>

Postharvest Handling and Cooling of Fresh Fruits, Vegetables, and Flowers for Small Farms.

Part III Handling. <http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/hil/hil-802.html>